

Motor vehicle traction control preventing wheel spin - adjusts output load delivered by engine with reduced adjustment rate for stationary vehicle

Patent Number: DE4122345

Publication
date: 1992-01-16Inventor(s): HIDESHIMA MASAO (JP); HAYABUCHI KENSUKE (JP); TSUYAMA TOSHIKI (JP);
KAGEYAMA FUMIO (JP); KAWAMURA MAKOTO (JP); NOBUMOTO KAZUTOSHI (JP);
OKAZAKI HARUKI (JP)

Applicant(s):: MAZDA MOTOR (JP)

Requested
Patent: ☐ DE4122345Application
Number: DE19914122345 19910705Priority Number (s): JP19900178457 19900705; JP19900178458 19900705; JP19900194311 19900723;
JP19900224955 19900827IPC
Classification: B60K28/16EC
Classification: B60K28/16, B60T8/00B12

Equivalents:

Abstract

The traction control allows the engine load to be adjusted to control the drive torque delivered to the driven vehicle wheels so that the detected wheel slip attains the required slip value. The control device for adjusting the engine load allows the load to be increased or reduced at a slower rate when the vehicle is at a standstill.

Pref., the traction control uses an auxiliary throttle plate (45) in the air intake, in series with the main throttle plate (43) controlled by the accelerator pedal.

USE - Maintaining traction on muddy road surface.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)



⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 41 22 345 A 1

⑤① Int. Cl.⁵:
B 60 K 28/16

⑳ Aktenzeichen: P 41 22 345.4
㉑ Anmeldetag: 5. 7. 91
㉒ Offenlegungstag: 16. 1. 92

DE 41 22 345 A 1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①
05.07.90 JP 178457/90 05.07.90 JP 178458/90
23.07.90 JP 194311/90 27.08.90 JP 224955/90

⑦① Anmelder:
Mazda Motor Corp., Hiroshima, JP

⑦④ Vertreter:
Klunker, H., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat.; Schmitt-Nilson, G.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Hirsch, P., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦② Erfinder:
Hideshima, Masao; Hayabuchi, Kensuke; Tsuyama,
Toshiaki; Kageyama, Fumio; Kawamura, Makoto;
Nobumoto, Kazutoshi; Okazaki, Haruki, Hiroshima,
JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Traktionssteuereinrichtung

⑤⑦ Eine Traktionssteuereinrichtung steuert das Motor-Ausgangs-drehmoment derart, daß der Schlupfwert der Antriebsräder gegen einen Soll-Schlupfwert konvergiert. Die Steuerung des Ausgangsdrehmoments des Motors erfolgt über die Steuerung der Drosselklappe, und bei der Drosselklappensteuerung wird, wenn das Fahrzeug festsetzt, die Zunahme der Motorleistung reduziert, im Vergleich zu dem Zustand, in welchem das Fahrzeug nicht festsetzt.

DE 41 22 345 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Traktionssteuereinrichtung für ein Kraftfahrzeug, mit der das Antriebsmoment der Antriebswelle des Fahrzeugs über die Steuerung der Drosselklappe des Motors derart gesteuert wird, daß der Schlupfwert der Antriebsräder gegen einen Soll-Schlupfwert konvergiert.

Wenn das Antriebsmoment der Antriebsräder zu groß wird, entsteht ein zu großer Schlupf zwischen den Antriebsrädern und der Straße, wodurch sich die Beschleunigungseigenschaften des Fahrzeugs verschlechtern und/oder die Kurvenstabilität des Fahrzeugs geschwächt wird aufgrund des Fahrzeugdralls.

Dementsprechend wurde eine Traktionssteuereinrichtung entwickelt, die den Schlupf der Antriebsräder feststellt und das Antriebsmoment der Antriebsräder über die Steuerung des Motor-Ausgangsdrehmoments und/oder über die Bremssteuerung derart steuert, daß der Schlupf der Antriebsräder gegen einen vorbestimmten Ziel- oder Sollschlupfwert konvergiert.

Wenn aber das Fahrzeug im Schlamm festsitzt, so soll die Traktionssteuerung vorzugsweise in anderer Weise erfolgen, um dazu beizutragen, das Fahrzeug aus dem Schlamm herauszubringen. In der JP-OS 63(1988)-1 37 047 ist vorgeschlagen, die Steuerung des Antriebsmoments über die Steuerung des Motor-Ausgangsdrehmoments zu unterbrechen und das Antriebsmoment lediglich über die Bremssteuerung zu bewirken, wenn das Fahrzeug festsitzt. Vorzuziehen ist es jedoch, wenn die Traktionssteuerung über die Steuerung des Motor-Ausgangsdrehmoments erfolgt, um das Fahrzeug leichter aus dem Schlamm herauszubringen.

Angesichts der oben aufgezeigten Umstände liegt der Erfindung zugrunde, eine Traktionssteuereinrichtung anzugeben, bei der die Traktionssteuerung über die Steuerung des Motor-Ausgangsdrehmoments in anderer Weise bewirkt wird als dann, wenn das Fahrzeug festsitzt, und aus dem festgefahrenen Zustand herausgebracht werden muß.

Hierzu ist die erfindungsgemäße Traktionssteuereinrichtung derart ausgebildet, daß die Traktionssteuerung über die Steuerung des Motor-Ausgangsdrehmoments allein oder sowohl über die Steuerung des Motor-Drehmoments als auch über die Bremssteuerung erfolgt. Erfindungsgemäß wird die Steuerung des Motor-Ausgangsdrehmoments über die Steuerung der Drosselklappe bewirkt, und die Motorverstärkung wird über die Drosselklappensteuerung reduziert, verglichen mit dem Zustand, daß das Fahrzeug nicht festgefahren ist.

Im vorliegenden Zusammenhang bedeutet der Ausdruck "die Motorverstärkung wird reduziert, wenn das Fahrzeug im festgefahrenen Zustand ist, verglichen mit dem nicht-festgefahrenen Zustand", daß die Geschwindigkeit, mit welcher die Drosselklappe geschlossen und geöffnet wird, dann, wenn das Fahrzeug festsitzt, im Vergleich zu dem Zustand, in welchem das Fahrzeug nicht festsitzt, oder einem dazu äquivalenten Zustand, reduziert wird.

Wenn das Fahrzeug festsitzt, wird der Schlupfwert der Antriebsräder sehr groß. Folglich wird die Drosselklappe bei der Drosselklappensteuerung zunehmend mehr geschlossen, und das Ausgangsmoment des Motors läßt sich bis zu einem solchen Maß reduzieren, daß eine Antriebskraft, die ausreicht, das Fahrzeug aus dem festsitzenden Zustand zu lösen, nicht mehr erreichbar ist. Bei der Traktionssteuereinrichtung nach dieser Ausführungsform läßt sich verhindern, daß die Ausgangsleistung des Motors übermäßig stark reduziert wird, da die Motorverstärkung reduziert und die Drosselklappe langsam geschlossen wird, wenn das Fahrzeug festsitzt.

Wenn außerdem die Drosselklappe rasch geöffnet wird, nimmt die Antriebskraft abrupt zu, und es wird noch schwieriger, aus dem festsitzenden Zustand herauszugelangen. Erfindungsgemäß jedoch wird die Motorverstärkung reduziert und die Drosselklappe langsam geöffnet, wenn das Fahrzeug festsitzt, so daß dem entsprechend die Antriebskraft nach und nach zunimmt und das Fahrzeug glatt anfahren kann, mithin leichter aus dem festsitzenden Zustand loskommt.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Fahrzeugs mit einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Traktionssteuereinrichtung,

Fig. 2 ein Flußdiagramm, welches die Arbeitsweise der Traktionssteuereinheit bei der Drosselklappensteuerung veranschaulicht,

Fig. 3 und 4 Flußdiagramme, die die Prozedur des Feststellens eines festsitzenden Fahrzeugs veranschaulicht,

Fig. 5 ein Diagramm, anhand dessen der Reibungskoeffizient μ der Straßenoberfläche bestimmt wird,

Fig. 6 ein Flußdiagramm, welches den Betrieb der Traktionssteuereinheit bei der Bremssteuerung veranschaulicht,

Fig. 7 ein Flußdiagramm, welches den Betrieb der Traktionssteuereinheit in einer Traktionssteuereinrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung veranschaulicht, und

Fig. 8 ein Flußdiagramm, welches den Betrieb der Traktionssteuereinheit in einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Traktionssteuereinrichtung veranschaulicht.

Gemäß Fig. 1 besitzt ein Fahrzeug A einen im Frontbereich des Fahrzeugs montierten Motor 2, dessen Ausgangsdrehmoment über ein Automatikgetriebe 3, eine Antriebswelle 4, ein Differential 5 und eine linke und eine rechte Antriebswelle 5L und 5R auf das linke Hinterrad 1RL und das rechte Hinterrad 1RR übertragen wird. Das Fahrzeug A ist also ein Fahrzeug mit Heckantrieb und vorne liegendem Motor, und es enthält ein linkes Vorderrad 1FL und ein rechtes Vorderrad 1FR.

Das Automatikgetriebe 3 enthält einen Drehmomentwandler 11 und einen mehrere Gänge aufweisenden Übersetzungsgetriebemechanismus 12. Der Gangwechsel erfolgt durch selektives Erregen und Entregen mehrerer Elektromagnete 13a, die in einer Hydrauliksteuerschaltung des Übersetzungsgetriebemechanismus 12 enthalten sind. Weiterhin besitzt der Drehmomentwandler 11 eine Sperrkupplung 11A, die hydraulisch betätigt wird und durch Erregen und Entregen einen Elektromagneten 13b zum Eingreifen bzw. Lösen gebracht wird. Die Elektromagneten 13a und 13b werden von einer automatischen Getriebesteuereinheit UAT gesteuert. Wie an sich bekannt, steuert die automatische Getriebesteuereinheit UAT die Elektromagneten 13a und 13b nach

Maßgabe eines vorbestimmten Schaltmusters und vorbestimmter Blockierkennlinien auf der Grundlage eines Drosselklappenöffnungssignals, welches das Maß der Öffnung einer Hauptdrosselklappe 43 (die weiter unten noch näher erläutert wird) repräsentiert und von einem Hauptdrosselklappensensor 61 erfaßt wird, auf der Grundlage eines Hilfsdrosselklappenöffnungssignals, welches den Öffnungsgrad einer Hilfs- oder Nebendrosselklappe 45 (auch diese wird weiter unten noch näher erläutert) repräsentiert, und von einem Nebendrosselklappenöffnungssensor 62 erfaßt wird, und nach Maßgabe eines Fahrzeuggeschwindigkeitssignals, welches die Fahrzeuggeschwindigkeit (bei diesem Ausführungsbeispiel die Drehzahl der Antriebswelle 4) repräsentiert und von einem Geschwindigkeitssensor 43 erfaßt wird.

Die Räder 1FL, 1FR, 1RL und 1RR sind mit Bremsen 21FL, 21 FR, 21RL und 21RR ausgestattet. Die Bremsen 21FL, 21FR, 21RL und 21RR besitzen Zylinder (Bremsattel) 22FL, 22FR, 22RL und 22RR, denen Bremsfluid- druck über Bremsleitungen 23FL, 23FR, 23RL bzw. 23RR zugeführt wird. Ein Bremspedal 25 ist über einen Bremskraftverstärker 26 mit einem Tandem-Hauptzylinder 27 verbunden. Von dem Hauptzylinder 27 erzeugter Bremsfluiddruck wird über die Bremsleitung 23FL, die an einen ersten Auslaß 27a des Hauptzylinders 27 angeschlossen ist, zu der linken Vorderradbremse 21FL, und über die Bremsleitung 23FR, die an einen zweiten Auslaß 27b des Hauptzylinders 27 angeschlossen ist, zu der rechten Vorderradbremse 21FR geleitet.

Arbeitsfluiddruck gelangt von einer Pumpe 29 über eine Leitung 28 zu dem Verstärker 26, wobei überschüssiges Arbeitsfluid über eine Rücklaufleitung 30 zu einem Reservoir 31 zurückläuft. Von der Leitung 28 zweigt eine Zweigleitung 28a ab, die mit einem elektromagnetischen Ein-Aus-Ventil 32 versehen ist. Von dem Verstärker 26 geht eine Leitung 33 ab, in der sich ein elektromagnetisches Ein-Aus-Ventil 34 befindet. Parallel zu dem elektromagnetischen Ein-Aus-Ventil 34 ist in der Leitung 33 ein Ein-Wege-Ventil 35 vorgesehen.

Die Zweigleitung 28a ist an einer Verbindungsstelle 33a mit der Leitung 33 verbunden, und an die Verbindungsstelle sind die Bremsleitungen 23RL und 23RR für das linke und das rechte Hinterrad angeschlossen. In den Bremsleitungen 23RL und 23RR befinden sich elektromagnetische Ein-Aus-Ventile 36a und 37a, und mit den Bremsleitungen 23RL und 23RR stromab bezüglich der Ein-Aus-Ventile 36a und 37a sind Entlastungskanäle 38L und 38R verbunden. In den Entlastungskanälen 38L und 38R sind elektromagnetische Ein-Aus-Ventile 36b und 37b vorgesehen.

Die Ventile 32, 34, 36a, 37a, 36b und 37b werden von einer Traktionssteuereinheit UTR gesteuert. Wenn die Traktionssteuerung nicht über die Bremssteuerung ausgeführt wird, schließt die Traktionssteuereinheit UTR das Ventil 32, öffnet das Ventil 34, schließt die Ventile 36b und 37b und öffnet die Ventile 36a und 37a.

Wenn das Bremspedal 25 in diesem Zustand herabgedrückt wird, gelangt Bremsfluiddruck über den Hauptzylinder 37 zu den Vorderradbremsen 21FL und 21FR, und der Arbeitsfluiddruck des Verstärkers 26 gelangt über die Leitung 33 als Bremsfluiddruck zu den Hinterradbremsen 21RL und 21RR.

Wenn der Schlupfwert der Hinterräder 1RR und 1RL (der Antriebsräder) in einem solchen Maß zunimmt, daß die Traktionssteuerung über die Bremssteuerung bewirkt werden soll, wie weiter unten noch näher ausgeführt ist, schließt die Traktionssteuereinheit UTR das Ventil 34 und öffnet das Ventil 32. Dann hält die Traktionssteuer- einrichtung UTR den Bremsfluiddruck konstant auf dem dann herrschenden Druck, erhöht den Bremsfluiddruck und reduziert den Fluiddruck durch Steuerung des Öffnungs/Schließverhältnisses der Ventile 36a, 36b, 37a und 37b. D. h.: solange das Ventil 32 geschlossen ist, wird der Bremsfluiddruck konstant gehalten, wenn die Ventile 36a, 36b, 37a und 37b sämtlich geschlossen sind, der Bremsdruck wird erhöht, wenn die Ventile 36a und 37a bei geschlossenen Ventilen 36b und 37b geöffnet sind, und der Bremsfluiddruck wird reduziert, wenn die Ventile 36b und 37b bei geschlossenen Ventilen 36a und 37a geöffnet werden. Der über die Zweigleitung 28a geführte Bremsfluiddruck wird an eine Rückwirkung auf das Bremspedal 25 über das Ein-Wege-Ventil 35 gehindert.

Wenn das Bremspedal 25 herabgedrückt wird, während die Traktionssteuerung über die Bremssteuerung erfolgt, so gelangt Bremsfluiddruck über das Ein-Wege-Ventil 35 aus dem Verstärker 26 zu den Hinterradbrem- sen 21RL und 21RR, und zwar entsprechend dem Ausmaß der Herabdrückens des Bremspedals 25.

Die Traktionssteuereinheit UTR bewirkt die Traktionssteuerung über die Steuerung des Motor-Ausgangs- drehmoments zusätzlich zu der Traktionssteuerung über die Bremssteuerung. Zu diesem Zweck sind in dem Luftansaugkanal 41 eine Hauptdrosselklappe 43 und eine Nebendrosselklappe 45 vorgesehen, wobei erstere mit dem Gaspedal 42 und letztere mit einem Aktuator 44 gekoppelt ist. Die Nebendrosselklappe 45 wird über den Aktuator 44 von der Traktionssteuereinheit UTR gesteuert.

In die Traktionssteuereinheit UTR werden Ausgangssignale von Radsensoren 64 bis 67, welche die Geschwin- digkeit der jeweiligen Räder 1FL, 1FR, 1RL und 1RR erfassen, eingegeben, und von dem Hauptdrosselklappen- öffnungssensor 61 wird das Hauptdrosselklappenöffnungssignal, von dem Nebendrosselklappenöffnungssensor 62 das Nebendrosselklappenöffnungssignal, von dem Geschwindigkeitssensor 63 das Fahrzeuggeschwindigkeits- signal und von einem Gaspedalstellungssensor 68 ein Gaspedalstellungssignal, welches das Ausmaß des Herab- drückens des Gaspedals 52 repräsentiert, in die Traktionssteuereinheit UTR eingegeben.

Die Traktionssteuereinheit UTR enthält eine Eingangsschnittstelle, welche die genannten Signale empfängt, einen Mikrocomputer mit einer CPU, einem ROM und einem RAM, eine Ausgangsschnittstelle, und eine Treiberschaltung, welche die Ventile 32, 34, 36a, 37a, 36b und 37b sowie den Aktuator 44 treibt. Die Steuerpro- gramme für die Traktionssteuerung und verschiedene Kennwert-"Karten" sind in dem ROM gespeichert, wäh- rend in dem RAM verschiedene für die Steuerung benötigte Speicher realisiert sind.

Im folgenden soll erläutert werden, wie die Traktionssteuereinheit UTR die Traktionssteuerung durchführt.

Wenn der Schlupfwert der Antriebsräder einen Soll-Schlupfwert übersteigt oder dabei ist, ihn zu übersteigen, steuert die Traktionssteuereinheit UTR das Antriebsmoment der Antriebsräder derart, daß der Schlupfwert der Antriebsräder gegen den Soll-Schlupfwert konvergiert.

Bei diesem speziellen Ausführungsbeispiel erfolgt die Traktionssteuerung sowohl über die Drosselklappen- steuerung als auch über die Bremssteuerung. Um diese Steuerungen durchzuführen, bestimmt die Traktions- steuereinheit UTR den Schlupfwert der Antriebsräder und stellt einen ersten und einen zweiten Soll-Schlupf-

wert STA bzw. STB sowie einen kleinen und einen großen Schwellenwert VSPB und VSPA (VSPA = VSPB) ein. Der erste Soll-Schlupfwert STA gilt für die Drosselklappensteuerung, der zweite Soll-Schlupfwert STB für die Bremssteuerung.

Bei diesem speziellen Ausführungsbeispiel wird die Differenz zwischen der Radgeschwindigkeit der Antriebsräder und der Radgeschwindigkeit der angetriebenen Räder als Schlupfwert verwendet, obschon man auch einen anderen Wert hernehmen kann, solange dieser das Ausmaß des Schlupfs der Antriebsräder repräsentiert. Insbesondere wird als Schlupfwert für die Drosselklappensteuerung die Differenz zwischen dem Mittelwert der Radlaufgeschwindigkeiten der linken und rechten Antriebsräder sowie der Mittelwert der Radlaufgeschwindigkeiten des linken und des rechten angetriebenen Rades (erster Wert abzüglich des letzteren) verwendet. Als Schlupfwert für die Bremssteuerung wird die Differenz zwischen der Radlaufgeschwindigkeit des linken Antriebsrades und dem Mittelwert der Radlaufgeschwindigkeiten des linken und des rechten angetriebenen Rades und die Differenz zwischen der Radlaufgeschwindigkeit des rechten Antriebsrades und des Mittelwerts der Radlaufgeschwindigkeiten des linken und des rechten angetriebenen Rades für das linke bzw. das rechte Antriebsrad verwendet, da die Bremssteuerung separat für das linke und das rechte Antriebsrad erfolgt.

Die Traktionssteuereinheit UTR berechnet die Schlupfwerte für die Drosselklappensteuerung und die Bremssteuerung auf der Grundlage der Radlaufgeschwindigkeiten, die von den Radgeschwindigkeitssensoren 64 bis 67 eingegeben wird, und sie bestimmt den ersten Soll-Schlupfwert STR, den zweiten Soll-Schlupfwert STB, den kleinen Schwellenwert VSPB und den großen Schwellenwert VSPA auf der Grundlage des Reibungskoeffizienten μ der Fahrbahnoberfläche, des Drehwinkels des Steuerrads, des Ausmaßes des Herabdrückens des Gaspedals und der gleichen, wobei diese Werte von verschiedenen Sensoren und Schaltern eingegeben werden, die nicht dargestellt sind, und wobei Bezug auf eine gespeicherte Wertekarte genommen wird. Wenn die Schlupfwerte für die Drosselklappensteuerung und die Bremssteuerung den kleinen Schwellenwert VSPB übersteigen, beginnt die Traktionssteuereinheit UTR mit der Drosselklappensteuerung und der Bremssteuerung. Bei der Drosselklappensteuerung wird die Nebendrosselklappe 45 über den Aktuator 44 mit Rückkopplung derart geregelt, daß der Schlupfwert für die Drosselklappensteuerung gegen den ersten Soll-Schlupfwert STA konvergiert. Bei der Bremssteuerung erfolgt eine Regelung der Bremsfluiddrücke für das linke und das rechte Hinterrad 1RL und 1RR über die Ventile 36a, 36b, 37a und 37b derart, daß die jeweiligen Schlupfwerte für die Bremssteuerung gegen den zweiten Soll-Schlupfwert STB konvergieren. Wenn der Schlupfwert für die Antriebsräder immer noch zu steigen beginnt, nachdem die Drosselklappensteuerung und die Bremssteuerung begonnen wurden, und der Schlupfwert für die Drosselklappensteuerung den großen Schwellenwert VSPA erreicht, so erfolgt eine Mitkopplungssteuerung, bei der die Drosselklappenöffnung rasch auf einen Schnellschließ-Steuerwert SM reduziert wird, woraufhin die oben erläuterte Rückkopplungsregelung wieder aufgenommen wird.

Die Regelung bei der Drosselklappensteuerung und der Bremssteuerung erfolgt auf der Grundlage zweier Faktoren, nämlich der zeitlichen Änderungsgeschwindigkeit des Schlupfwertes der Antriebsräder und der Differenz des Schlupfwertes der Antriebsräder von dem Soll-Schlupfwert.

Die Traktionssteuerung, die durchgeführt wird, wenn das Fahrzeug festsetzt (hier auch als "Stillstandssteuerung" bezeichnet) unterscheidet sich von der Traktionssteuerung, die durchgeführt wird, wenn das Fahrzeug nicht festsetzt (normale Steuerung). Das heißt: Die Traktionssteuereinheit UTR besitzt eine Einrichtung zum Feststellen eines Stillstands, die feststellt, ob das Fahrzeug festsetzt, und die Einheit bewirkt die Stillstandssteuerung, wenn sie festgestellt hat, daß das Fahrzeug festsetzt, im übrigen erfolgt eine normale Steuerung. Bei der Stillstandssteuerung bewirkt die Traktionssteuereinheit UTR die Steuerung auf der Grundlage des ersten Soll-Schlupfwertes STR und des zweiten Soll-Schlupfwertes STB, deren Werte sich von denen, die bei der normalen Steuerung verwendet werden, unterscheiden, und die Nebendrosselklappe 45 wird langsamer geöffnet und geschlossen als bei der normalen Steuerung.

Tabelle 1

	Normal					Stillstand
μ	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	—
STA	1,50	2,63	3,81	4,86	6,13	2,00
STB	2,50	4,63	8,38	9,19	10,6	2,00
(Km/h)						

Tabelle 1 ist eine Übersicht, die den Wert des ersten Soll-Schlupfwertes STA und des zweiten Soll-Schlupfwertes STB bei der normalen Steuerung und bei der Stillstandssteuerung veranschaulichen. Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, werden bei der normalen Steuerung der erste Soll-Schlupfwert STA und der zweite Soll-Schlupfwert STB nach Maßgabe des Reibungskoeffizienten μ auf der Fahrbahnoberfläche geändert, und bei der Stillstandssteuerung sind der erste Soll-Schlupfwert STA und der zweite Soll-Schlupfwert STB identisch und auf den Wert "2" festgelegt. Am Stillstand ist der Reibungskoeffizient μ der Fahrbahnoberfläche gleich 1, und folglich ist der erste Soll-Schlupfwert STA bei der Stillstandssteuerung größer als bei der normalen Steuerung, während der zweite Soll-Schlupfwert STB kleiner als bei der normalen Steuerung ist. Das heißt: Im Stillstand wird die Drosselsteuerung weniger wirksam gemacht, während die Bremssteuerung betont wird. Beispielsweise wird eine abwechselnde Zunahme und Abnahme der Bremskraft bei der Bremssteuerung wiederholt, wodurch die Geschwindigkeit der Antriebsräder oszilliert, was dazu beiträgt, daß das Fahrzeug aus dem festgefahrenen Zustand herausge-

langt.

Der Reibungskoeffizient μ der Fahrbahnoberfläche wird entsprechend der in Fig. 5 dargestellten Kennwertübersicht abgeschätzt anhand der von dem Geschwindigkeitssensor erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit und der Fahrzeugbeschleunigung, wobei letztere auf der Grundlage der zeitlichen Änderung des Mittelwerts der Radlaufgeschwindigkeiten der Vorderräder (der angetriebenen Räder), die von den Radlaufgeschwindigkeitssensoren 60 und 65 erfaßt wird, berechnet wird.

Die normale Steuerung und die Stillstandssteuerung der Drosselklappensteuerung sollen im folgenden unter Bezugnahme auf Fig. 2 näher erläutert werden.

Bei der Drosselklappensteuerung wird die Nebendrosselklappe 45 langsamer geöffnet und geschlossen als bei der normalen Steuerung. Das heißt, die Traktionssteuereinheit UTR liest zunächst die Radlaufgeschwindigkeiten der Antriebsräder und der angetriebenen Räder (der Hinterräder und der Vorderräder) im Schritt P1, um dann im Schritt P2 den Schlupfwert der Antriebsräder zu berechnen. Dann bestimmt die Traktionssteuereinheit UTR im Schritt P3, ob der Schlupfwert nicht kleiner ist als der kleine Schwellenwert VSPB, und wenn ersterer nicht kleiner ist als letzterer, geht die Traktionssteuereinheit UTR zum Schritt P4 und startet die Drosselklappensteuerung.

Im Schritt P4 ermittelt die Traktionssteuereinheit UTR, ob das Fahrzeug festsitzt. Sitzt es fest, bewirkt die Traktionssteuereinheit UTR eine Stillstandssteuerung, ansonsten eine normale Steuerung (Schritte P5 und P6).

Im folgenden sollen anhand der nachstehenden Tabellen 2 und 3 konkrete Beispiele für die normale Steuerung und die Stillstandssteuerung gegeben werden.

Tabelle 2 ist eine Übersicht zum Einstellen der Steuerzone bei der Drosselklappensteuerung. Wie aus Tabelle 2 vorgeht, wird bei der Drosselklappensteuerung dieser Ausführungsform eine Differentialsteuerung (eine Steuerung auf der Grundlage der Änderungsgeschwindigkeit des Schlupfwerts DEN) sowie eine Proportionalsteuerung (eine Steuerung auf der Grundlage der Differenz zwischen dem Schlupfwert und dem Soll-Schlupfwert EN) in Kombination verwendet, und die Steuerzone wird nach Maßgabe von EN und DEN festgelegt.

Die Werte EN und DEN werden nach folgender Formel berechnet:

$$EN(K) = SE(K) - (WFN(K) + STA)$$

$$DEN(K) = \{SE(K) - WFN(K)\} - \{SE(K-1) - WFN(K-1)\}$$

wobei (K) und (K-1) für den laufenden bzw. den nachfolgenden Zyklus des Prozeßflusses stehen, SE den Mittelwert der Antriebsradgeschwindigkeiten, WFN den Mittelwert der Radlaufgeschwindigkeiten der angetriebenen Räder und STR den ersten Soll-Schlupfwert repräsentiert. Die Öffnung der Nebendrosselklappe 45 läßt sich in der Steuerzone PB um einen großen Betrag erhöhen, in der Steuerzone PM um einen mittleren Betrag erhöhen, und schließlich in der Steuerzone PS um einen kleinen Betrag erhöhen, die Öffnung wird in der Steuerzone ZO auf dem dann vorhandenen Wert gehalten, und sie wird um einen großen Betrag in der Steuerzone NB, um einen mittleren Betrag in der Steuerzone NM und um einen kleinen Betrag in der Steuerzone NS verringert.

Tabelle 2

EN (km/h)	DEN (G)											
	-3.0	-2.0	-1.0	-0.5	-0.25	+0.25	+0.5	+1.0	+2.0	+3.0		
-10	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO
-5	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO
-2	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PS	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO
-1	PM	PM	PM	PS	PS	PS	PS	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO
-0.5	PM	PS	PS	PS	PS	PS	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO
+0.5	PS	PS	PS	PS	PS	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	NS	NS
+1	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	NS	NS	NS	NS	NS	NS
+2	ZO	ZO	ZO	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NM	NM
+5	NS	NS	NS	NS	NS	NM	NM	NM	NM	NB	NB	NB
+10	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NB	NB	NB	NB	NB	NB
	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB

Wenn die Steuerzone gemäß den in Tabelle 2 dargestellten Plan bestimmt wird, wird die Nebendrosselklappen-Antriebsgeschwindigkeit, mit der die Nebendrosselklappen 45 geöffnet und geschlossen wird, in Abhängigkeit der in Tabelle 2 niedergelegten Werte festgelegt, und die Nebendrosselklappe 45 wird entsprechend der Steuerzone und der Antriebsgeschwindigkeit für die Nebendrosselklappe angetrieben.

Tabelle 3

STUKF	0	1	
ARKF	0	1	—
Control Zone			
NB	− 10,9	− 6,5	− 3,5
NM	− 4,4	− 3,5	− 1,7
NS	− 1,7	− 1,3	− 0,4
ZO	0,0	0,0	0,0
PS	+ 1,7	+ 2,6	+ 1,3
PM	+ 4,4	+ 8,7	+ 4,4
PB	+ 8,7	+ 13,1	+ 8,7

In Tabelle 3 bezeichnen die Zahlenwerte die Antriebsgeschwindigkeit für die Nebendrosselklappe in %/sec, STUKF bezeichnet ein Stillstand-Flag, welches auf 1 gesetzt wird, wenn das Fahrzeug fest sitzt, und welches auf 0 gesetzt wird, wenn sich das Fahrzeug im normalen Zustand befindet, und AKRF bezeichnet ein Flag für eine raue Straße, welches auf 1 gesetzt wird, wenn das Fahrzeug auf einer rauhen Straße fährt und das auf 0 gesetzt wird, wenn das Fahrzeug nicht auf einem rauhen Straßenbelag fährt. In der Übersicht gemäß Tabelle 3 ändert sich die Antriebsgeschwindigkeit für die Nebendrosselklappe in Abhängigkeit davon, ob das Fahrzeug auf einer rauhen Straße fährt, wenn das Fahrzeug sich im Normalzustand befindet (d. h. wenn das Stillstand-Flag STUKF den Wert "0" hat), dies hat jedoch keine direkte Beziehung zu der vorliegenden Erfindung und soll deshalb nicht näher erläutert werden.

Als Einrichtung zum Bestimmen eines Stillstands (d. h. eines Zustands, bei dem das Fahrzeug fest sitzt) kann jedes Mittel verwendet werden, soweit es in der Lage ist, festzustellen, ob das Fahrzeug fest sitzt oder nicht. Bei dieser Ausführungsform hat die Traktionssteuereinheit UTR auch die Funktion einer Einrichtung zum Bestimmen eines Stillstands, d. h., ob das Fahrzeug fest sitzt, wie es in den Fig. 3 und 4 skizziert ist.

Die Traktionssteuereinheit UTK bestimmt, daß das Fahrzeug fest sitzt, wenn das Fahrzeug anhält (d. h., wenn die Laufgeschwindigkeit der Vorderräder niedrig und kaum beschleunigt wird), obschon das Gaspedal niedergedrückt wurde und die Bremssteuerung richtig durchgeführt wurde.

Im Schritt Q1 in Fig. 3 stellt die Traktionssteuereinheit UTR Integralwerte SENRLO und SENRRO (in einer vorbestimmten Zeit) der Differenzen der Radlaufgeschwindigkeit des linken und des rechten Antriebsrads bezüglich des zweiten Soll-Schlupfwertes STB in der in Fig. 4 dargestellten Weise ein. Gemäß Fig. 4 bestimmt die Traktionssteuereinheit UTR im Schritt R1, ob 0,5 Sekunden (die genannte vorbestimmte Zeit) verstrichen sind, und falls dies nicht der Fall ist, berechnet die Traktionssteuereinheit UTR im Schritt R2 die Differenz des Schlupfwertes des linken Antriebsrads, ENRL, aus dem zweiten Soll-Schlupfwert STB gemäß folgender Formel

$$ENRL = WRLN - (WFN + STB)$$

wobei WRLN die Laufgeschwindigkeit des linken Antriebsrads und WFN den Mittelwert der Laufgeschwindigkeiten des linken und des rechten angetriebenen Rades ist. Dann berechnet die Traktionssteuereinheit UTR im Schritt R3 den Integralwert SENRL der Differenz ENRL zu dieser Zeit gemäß folgender Formel:

$$SENRL = SENRL + ENRL$$

Dann wiederholt die Traktionssteuereinheit UTR die Schritte R2 und R3 bis 0,5 Sekunden verstrichen sind, und wenn dies der Fall ist, geht die Traktionssteuereinheit UTR vom Schritt R1 zum Schritt R4, in welchem die Traktionssteuereinheit UTR die Integralwerte SENRLO auf den Integralwert SENRL der Differenz ENRL in 0,5 Sekunden einstellt. Anschließend setzt die Traktionssteuereinheit UTR den Wert SENRL im Schritt R5 und das Zeitsteuerglied im Schritt R6 zurück und geht zum Schritt R2. Damit aktualisiert die Traktionssteuereinheit UTR den Wert SENRLO alle 0,5 Sekunden. Der Wert SENRO wird in der gleichen Weise eingestellt.

Dann bestimmt die Traktionssteuereinheit UTR, ob der Mittelwert der Laufgeschwindigkeiten der angetriebenen Räder, WFN(K) (entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit) kleiner als 2,5 km/h ist (Schritt Q2 in Fig. 3), ob das Gaspedal losgelassen ist (Schritt Q3), ob der Wert SENRLO größer als 0 und kleiner als ein vorbestimmter Wert β (z. B. 125 km/h) ist (Schritt Q4), und ob der Wert SENRRO größer als 0 und kleiner als ein vorbestimmter Wert β ist (Schritt Q5), und ob die Beschleunigung der Vorderräder (der derzeitige Wert WFN(K) des Mittelwerts der Radlaufgeschwindigkeiten der angetriebenen Räder, abzüglich des früheren Werts) kleiner als ein vorbestimmter Wert (z. B. 0,1 km/h) ist.

Wenn das Fahrzeug fast anhält, (d. h., die Antwort auf die Frage im Schritt Q2 ist JA), das Gaspedal niedergedrückt wurde (d. h. die Antwort auf die Frage im Schritt Q3 ist NEIN), die Bremssteuerung richtig durchgeführt

wurde und die Schlupfwerte für das linke und das rechte Antriebsrad im wesentlichen gegen den Soll-Schlupfwert konvergieren (d. h. die Antwort auf die Frage im Schritt Q4 und Q5 sind beide JA), und die angetriebenen Räder kaum beschleunigt werden (d. h., die Antwort auf die Frage im Schritt Q6 ist JA), bestimmt die Traktionssteuereinheit UTR, daß das Fahrzeug sich im festgefahrenen Zustand befindet, und sie setzt das Stillstand-Flag STUKF im Schritt Q7 auf den Wert "1". Wenn mindestens eine der genannten Bedingungen nicht erfüllt ist, bedeutet dies für die Traktionssteuereinheit UTR, daß sich das Fahrzeug nicht im festgefahrenen Zustand befindet, so daß sie im Schritt Q8 das Stillstand-Flag STUKF auf den Wert "0" setzt. Nach dem Schritt Q7 oder Q8 aktualisiert die Traktionssteuereinheit UTR im Schritt Q9 den Wert WFN.

Die Verarbeitungszeit für jeden der in den Fig. 3 und 4 dargestellten Abläufe beträgt 7 ms.

Bei dieser Ausführungsform wird festgestellt, ob die Bremssteuerung richtig durchgeführt wird, indem ermittelt wird, ob SENRLO und SENRRO beide zwischen 0 und den vorbestimmten Wert β liegen. Man kann aber auch feststellen, ob SENRLO und SENRRO beide innerhalb eines vorbestimmten Bereichs in der Nähe von 0 liegen.

Das in Fig. 3 gezeigte Flußdiagramm veranschaulicht, wie festgestellt wird, ob das Fahrzeug festsitzt, oder ob das Fahrzeug losgekommen ist (Schritt Q2). Wenn festgestellt wird, daß das Fahrzeug festsitzt, wird das Stillstand-Flag STUKF nicht auf "0" geändert, bis WFN(K) größer als 2,5 km/h wird, unabhängig von den Abfragen in den Schritten Q3 bis Q6.

Bei dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel wird die Nebendrosselklappe 45 bei der Stillstandssteuerung langsamer geöffnet und geschlossen als bei der normalen Steuerung. Wenn die Nebendrosselklappe 45 langsam geschlossen wird, läßt sich eine übermäßige Verringerung des Motor-Ausgangsdrehmoments vermeiden, und man kann die geforderte Antriebskraft gewährleisten, so daß das Fahrzeug leicht aus dem festsitzenden Zustand gelöst werden kann. Wenn außerdem die Nebendrosselklappe 45 langsam geöffnet wird, wird die Antriebskraft allmählich erhöht, und das Fahrzeug kann glatt starten. Dies erleichtert das Lösen des Fahrzeugs aus dem festgefahrenen Zustand.

Die Drosselklappensteuerung nach dieser Ausführungsform ist selbstverständlich wirksam in dem Fall, daß die Traktionssteuerung lediglich über die Drosselsteuerung erfolgt, wenn sich das Fahrzeug im Stillstand befindet (Festsitz), und die Drosselklappensteuerung ist außerdem wirksam in dem Fall, daß die Traktionssteuerung über die Drosselklappensteuerung in Kombination mit einer anderen Steuerung erfolgt, z. B. der Bremssteuerung.

Weiterhin ist die Drosselklappensteuerung dieser Ausführungsform besonders wirksam dann, wenn die mitgekoppelte Regelung erfolgt, bei der das Öffnen der Nebendrosselklappe 45 rasch auf einen Schnellschließ-Steuerwert SM verringert wird, wenn der Schlupfwert der Antriebsräder noch weiter zunimmt, nachdem die Drosselklappensteuerung und die Bremssteuerung angelaufen sind und der Schlupfwert für die Drosselklappensteuerung den großen Schwellenwert VSPA erreicht. Das heißt: Wenn festgestellt wird, daß unmittelbar im Anschluß an das rasche Verringern der Öffnung der Nebendrosselklappe 45 auf den Schnellschließ-Steuerwert SM das Fahrzeug im festgefahrenen Zustand ist, kann die Nebendrosselklappe 45 ausgehend von dem Schnellschließ-Steuerwert SM weiter geschlossen werden, was zu einer übermäßigen Verringerung der Drosselklappenöffnung führt.

Weiterhin ist die Drosselklappensteuerung dieser Ausführungsform in einem weiteren Sinn wirksam, wenn die Antriebsradgeschwindigkeit oszilliert, indem die Bremskraft bei der Bremssteuerung im festgefahrenen Zustand abwechseln zunimmt und abnimmt. Das heißt, wenn die Antriebsradgeschwindigkeit oszilliert, oszilliert auch der Schlupfwert der Antriebsräder, und folglich wird die Nebendrosselklappe 45 geschlossen und geöffnet, was unerwünscht ist. Durch das langsame Öffnen und Schließen der Nebendrosselklappe 45 wird ein solches abwechselndes Schließen und Öffnen der Drosselklappe 45 zumindest in einem gewissen Ausmaß unterdrückt.

Außerdem ist der abträgliche Einfluß des Oszillierens der Radlaufgeschwindigkeit gravierender im Fall der Proportionalregelung, und wenn die Drosselklappensteuerung eine Proportionalregelung beinhaltet, so wird vorzugsweise die Drosselklappensteuerung in dieser Ausführungsform eingesetzt.

Im folgenden soll anhand der Fig. 6 die normale Steuerung einerseits und die Stillstandssteuerung im Rahmen der Bremssteuerung erläutert werden. Bei der normalen Steuerung erfolgen eine Proportionalregelung und eine Differentialregelung in Kombination miteinander, während bei der Stillstandssteuerung lediglich eine Proportionalregelung erfolgt.

Die Traktionssteuereinheit UTR liest zunächst die Radlaufgeschwindigkeiten der Antriebsräder und der angetriebenen Räder (der Hinterräder und der Vorderräder) im Schritt S1, um dann im Schritt S2 den Schlupfwert für jedes Antriebsrad zu berechnen. Dann stellt die Traktionssteuereinheit UTR im Schritt S3 fest, ob der Schlupfwert nicht kleiner ist als der Schwellenwert VSPB, und wenn er nicht kleiner als dieser Wert ist, geht die Traktionssteuereinheit UTR zum Schritt S4, um die Bremssteuerung einzuleiten.

Im Schritt S4 stellt die Traktionssteuereinheit UTR fest, ob das Fahrzeug festsitzt. Ist dies der Fall, bewirkt die Traktionssteuereinheit UTR eine Stillstandssteuerung, ansonsten die normale Steuerung (Schritte S5 und S6). Ob das Fahrzeug festsitzt, wird in der in Verbindung mit Fig. 3 und 4 erläuterten Weise festgestellt.

Im folgenden werden konkrete Beispiele für die normale Steuerung und die Stillstandssteuerung unter Bezugnahme auf die Tabellen 4 und 5 angegeben.

Tabelle 4 ist eine Übersicht über die Einstellungen der Steuerzone bei der normalen Steuerung im Rahmen der Bremssteuerung. Wie in Tabelle 4 gezeigt ist, werden bei der normalen Steuerung im Rahmen der Bremssteuerung dieser Ausführungsform eine Differentialregelung (eine Regelung auf der Grundlage der Änderungsgeschwindigkeit des Schlupfwerts des linken Hinterrads DENRL oder desjenigen des rechten Hinterrads DENRR) und eine Proportionalregelung (eine Regelung auf der Grundlage der Differenz des Schlupfwerts des linken Hinterrads und des Soll-Schlupfwerts ENRL, oder des Schlupfwerts des rechten Hinterrads ENRR) miteinander in Kombination verwendet, wobei sich die Steuerzone nach Maßgabe der Werte von ENRL und

DENRL oder von ENRR und DENRR bestimmt.

Die Werte ENRL, ENRR, DENRL und DENRR werden nach folgenden Formeln berechnet:

$$\text{ENRL}(K) = \text{SRL}(K) - \{\text{WFN}(K) + \text{STB}\}$$

5

$$\text{DENRL}(K) = \{\text{SRL}(K) - \text{WFN}(K)\} - \{\text{SRL}(K-1) - \text{WFN}(K-1)\}$$

$$\text{ENRR}(K) = \text{SSR}(K) - \{\text{WFN}(K) + \text{STB}\}$$

$$\text{DENRR}(K) = \{\text{SSR}(K) - \text{WFN}(K)\} - \{\text{SSR}(K-1) - \text{WFN}(K-1)\}$$

10

wobei (K) und (K-1) für den derzeitigen bzw. den vorausgehenden Zyklus des Prozeßablaufs stehen, SRL und SSR die Laufgeschwindigkeit für das linke bzw. das rechte Antriebsrad sind, WFN den Mittelwert der Laufgeschwindigkeiten der Antriebsräder darstellt und STB den zweiten Soll-Schlupfwert darstellt. Der Bremsfluiddruck wird in der Steuerzone PB um einen großen Betrag reduziert, in der Steuerzone PM um einen mittleren Betrag reduziert und in der Steuerzone PS um einen kleinen Betrag reduziert. In der Steuerzone ZO wird er auf dem dann herrschenden Wert festgehalten, in der Steuerzone wird er um einen großen Betrag erhöht, in der Steuerzone NM wird er um einen mittleren Betrag erhöht, und in der Steuerzone NS wird er um einen kleinen Betrag erhöht. Die bei jedem Zonensymbol hinzugefügte Ziffer repräsentiert den Rang der Zone. Das heißt, in der mit einer "2" versehenen Steuerzone wird der Bremsfluiddruck um einen größeren Betrag reduziert oder erhöht als in der mit einer "1" versehenen Steuerzone.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Tabelle 4

ENRL oder ENRR (km/h)	DENRL oder DENRR											
	-3.00	-2.00	-1.00	-0.50	-0.25	+0.25	+0.50	+1.00	+2.00	+3.00		
-10	PB2	PB1	PB1	PM2	PM2	PM2	PM2	PM2	PM2	PS2	ZO	
-5	PB1	PM2	PM2	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PS1	ZO	
-2	PM2	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	ZO	ZO	
-1	PM1	PM1	PM1	PS2	PS2	PS2	PS2	PS2	PS2	ZO	ZO	
-0.5	PS2	PS2	PS2	PS1	PS1	PS1	PS1	PS1	PS1	ZO	ZO	
+0.5	PS1	PS1	PS1	PS1	PS1	PS1	PS1	PS1	ZO	ZO	ZO	
+1	PS1	PS1	PS1	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	NS1	
+2	PS1	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	NS1	NS2	
+5	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	NS1	NS1	NS1	NS2	NM2	
+10	ZO	ZO	NS1	NS1	NS1	NS1	NS2	NS2	NS2	NM1	NB2	
	NS1	NS1	NS1	NS2	NS2	NS2	NS2	NS2	NS2	NM2	NB2	

Wenn die Steuerzone nach Maßgabe der in Tabelle 4 dargestellten "Karte" festgestellt wird, wird der Bremsfluiddruck nach Maßgabe der gesteuerten veränderlichen Steuerzone gesteuert.

Die nachstehende Tabelle 5 ist eine Übersicht über die Einstellung der Steuerzone im Stillstandszustand der Bremskraftsteuerung. Wie aus Tabelle 5 ersichtlich, erfolgt die Bremssteuerung als Stillstandssteuerung lediglich über die Proportionalsteuerung und die Steuerzone wird lediglich entsprechend dem Wert ENRL oder ENRR bestimmt.

Tabelle 5

ENRL oder ENRR

(km/h)

-3	-2	-1.5	-1	-0.5	+0.5	+1	+1.5	+2	+3	
PM2	PM1	PS2	PS1	ZO	ZO	ZO	NS1	NS2	NM1	NM2

Das Oszillieren der Schlupfwerte der Antriebsräder um den Soll-Schlupfwert trägt dazu bei, das Fahrzeug aus dem festgefahrenen Zustand zu lösen. Das Oszillieren der Schlupfwerte der Antriebsräder um den Soll-Schlupfwert kann auch durch die Steuerung bewirkt werden, bei der die Proportionalregelung und die Differentialregelung in Kombination miteinander eingesetzt werden. In diesem Fall jedoch sind die Verstärkungen der Proportionalregelung und der Differentialregelung auf komplizierte Weise zu ändern, während gleichzeitig die Schwierigkeit besteht, eine starke Oszillation hervorzurufen. Andererseits wird im Fall der Proportionalregelung eine starke Oszillation in einfacher Weise durch Erhöhung der Verstärkung erreicht.

Bei dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel wird die Bremssteuerung derart geändert, daß sie lediglich über die Proportionalregelung erfolgt, aber auch die Drosselklappensteuerung kann auf diese Weise geändert werden. Im folgenden wird anhand der Fig. 7 eine weitere Ausführungsform der Erfindung erläutert. Bei dieser Ausführungsform erfolgt die Traktionssteuerung über die Steuerung des Motor-Ausgangsdrehmoments, und zwar sowohl über die Drosselklappenregelung als auch über die Steuerung des Zündzeitpunkts.

Gemäß Fig. 7 liest die Traktionssteuereinheit UTR zunächst die Detektorsignale im Schritt 70 und stellt dann den ersten Soll-Schlupfwert STA und den zweiten Soll-Schlupfwert STB ein (Schritt 71). Dann stellt die Traktionssteuereinheit UTR im Schritt 72 fest, ob das Fahrzeug festgefahren ist, und zwar in der oben bei dem ersten Ausführungsbeispiel erläuterten Weise. Ist das Fahrzeug festgefahren, so setzt die Traktionssteuereinheit UTR das Stillstands-Flag STUKF auf "1", ansonsten auf "0". Dann berechnet die Traktionssteuereinheit UTR den Schlupfwert der Antriebsräder in bezug auf die Fahrbahnoberfläche SP, den Schlupfwert des linken Antriebsrads in bezug auf die Fahrbahnoberfläche, SPL, und den Schlupfwert des rechten Antriebsrads in bezug auf die Fahrbahnoberfläche, SPR (Schritt 73). Bei dieser speziellen Ausführungsform wird der Schlupfwert der Antriebsräder SP, berechnet als Differenz zwischen dem Mittelwert der Laufgeschwindigkeiten des linken und des rechten angetriebenen Rades, WFN, und der höheren Laufgeschwindigkeit von dem linken und dem rechten Antriebsrad, VWD (hier einfach als "Antriebsradgeschwindigkeit" bezeichnet). Der Schlupfwert des linken Antriebsrads SPL, wird berechnet als die Differenz zwischen dem Mittelwert der Radlaufgeschwindigkeiten des linken und des rechten angetriebenen Rades WFN, und der Antriebsradgeschwindigkeit des linken Antriebsrads, VWDL. Der Schlupfwert des rechten Antriebsrads SPR wird berechnet als Differenz zwischen dem Mittelwert der Radlaufgeschwindigkeiten des linken und des rechten angetriebenen Rades WFN, und der Antriebsradgeschwindigkeit des rechten Antriebsrads, VWDR.

Dann stellt im Schritt 74 die Traktionssteuereinheit UTR fest, ob die Öffnung MH der Hauptdrosselklappe 43 den Wert "0" hat, d. h., ob die Hauptdrosselklappe 43 vollständig geschlossen ist. Ist die Öffnung MH der Hauptdrosselklappe 43 "0", so bestimmt die Traktionssteuereinheit UTR im Schritt 75, ob das Traktionssteuer-Flag Fs den Wert "0" hat. Hat es nicht den Wert "0", kehrt die Traktionssteuereinheit UTR zum Schritt 70 zurück, nachdem sie im Schritt 76 das Flag Fs auf "1" eingestellt hat, ansonsten geht sie direkt zum Schritt 70 zurück.

Wenn andererseits im Schritt 74 festgestellt wird, daß die Öffnung MH der Hauptdrosselklappe 43 nicht "0" ist, geht die Traktionssteuereinheit UTR zum Schritt 77 und stellt fest, ob das Traktionssteuer-Flag Fs den Wert "1" hat. Hat es nicht den Wert "1", bestimmt die Traktionssteuereinheit UTR im Schritt 78, ob der Schlupfwert der Antriebsräder, SB, der im Schritt 73 berechnet wurde, nicht kleiner ist als der erste Soll-Schlupfwert STA, der im Schritt 71 eingestellt wurde. Ist ersterer kleiner als letzterer kehrt die Traktionssteuereinheit UTR zum Schritt 70 zurück.

Wenn andererseits festgestellt wird, daß ersterer nicht kleiner als letzterer ist, setzt die Traktionssteuereinheit UTR im Schritt 79 das Flag Fs auf "1". Anschließend berechnet im Schritt 80 die Traktionssteuereinheit UTR eine grundlegende manipulierte variable TCB für den Drosselklappenaktuator 44 und eine grundlegende manipulierte Variable ICB für die Zündzeitpunktsteuerung. Das heißt: Die Traktionssteuereinheit UTR ermittelt die Beschleunigung des Antriebsrads ACD, auf der Grundlage der Antriebsradgeschwindigkeit VWD und einer Differenz DWS zwischen der Antriebsradgeschwindigkeit VWD und einer Soll-Antriebsradgeschwindigkeit VST, welche den ersten Soll-Schlupfwert STA entspricht. Dann bestimmt die Traktionssteuereinheit UTR die grundlegende manipulierte Variable TCB für den Drosselklappenaktuator 44 auf der Grundlage der Beschleunigung des Antriebsrads ACD, und der Differenz DWS unter Bezugnahme auf die Datenübersicht, in welcher die

Variable TCB für den Drosselklappenaktuator 44 in Beziehung gesetzt ist zu der Beschleunigung des Antriebsrades ACD, und der Differenz DWS. Weiterhin bestimmt die Traktionssteuereinheit die grundlegende manipulierte Variable ICB für die Zündzeitpunktsteuerung auf der Grundlage der Beschleunigung des Antriebsrades, ACD, und der Differenz DWS, und zwar unter Bezugnahme auf eine Datentabelle, in der die Variable ICB für die Zündzeitpunktsteuerung in Beziehung gesetzt ist zu der Beschleunigung des Antriebsrades, ACD und der Differenz DWS.

Anschließend bestimmt die Traktionssteuereinheit UTR, ob das Stillstands-Flag STUKF den Wert "1" hat (Schritt 81). Hat es nicht den Wert "1", stellt die Traktionssteuereinheit UTR die grundlegende manipulierte Variable TCB für den Drosselklappenaktuator 44 und die Variable ICB für die Zündzeitpunktsteuerung, die im Schritt 80 ermittelt wurden, als endgültige manipulierte Variablen TC und IC ein (Schritt 82).

Dann bildet die Traktionssteuereinheit UTR im Schritt 83 ein Drosselklappenaktuators-Treibersignal Ct nach Maßgabe der endgültigen Variablen TC und gibt den Wert an den Drosselklappenaktuators 44, während sie gleichzeitig ein Zündzeitpunktsteuersignal Ci entsprechend der endgültigen manipultierten Variablen IC bildet und das Signal an den (nicht gezeigten) Zündzeitpunkt-Steuerabschnitt des Motors ausgibt.

Anschließend führt die Traktionssteuereinheit UTR im Schritt 84 eine Bremssteuerung durch und kehrt dann zum Schritt 70 zurück.

Wenn im Schritt 81 festgestellt wird, daß das Flag STUKF den Wert "1" hat, korrigiert die Traktionssteuereinheit UTR die grundlegende manipulierte Variable TCB für den Drosselklappenaktuators 44 auf einen Wert TCB', der die Änderungsgeschwindigkeit des Öffnens der Nebendrosselklappe 45 reduziert, und stellt den Wert TCB' als die endgültige manipulierte Variable TC ein, während sie gleichzeitig die endgültige manipulierte Variable IC auf "0" einstellt, unabhängig von dem tatsächlichen Wert von ICB (Schritt 85). Anschließend geht die Traktionssteuereinheit UTR zum Schritt 83.

Wenn im Schritt 77 festgestellt wird, daß das Traktionssteuer-Flag Fs den Wert "1" hat, geht die Traktionssteuereinheit UTR direkt zum Schritt 80.

Anhand von Fig. 8 soll nun eine weitere Ausführungsform der Erfindung erläutert werden.

Gemäß Fig. 8 liest die Traktionssteuereinheit UTR zunächst im Schritt 170 die Detektorsignale und setzt dann im Schritt 171 den ersten, zweiten, dritten, vierten Soll-Schlupfwert STR, STB, SKT bzw. SKB. Der erste Soll-Schlupfwert STA dient für die Drosselklappensteuerung im Normalzustand, und der dritte Soll-Drosselklappenwert SKT dient für die Drosselklappensteuerung im festgefahrenen Zustand des Fahrzeugs (Stillstand). Der zweite Soll-Schlupfwert STB dient zur Bremskontrolle im Normalzustand, und der vierte Soll-Schlupfwert SKB dient zur Bremssteuerung im festgefahrenen Zustand des Fahrzeugs. Der zweite Soll-Schlupfwert STB ist größer als der erste Soll-Schlupfwert STA. Der dritte Soll-Schlupfwert SKT ist etwa gleich dem ersten Soll-Schlupfwert STA, und der vierte Soll-Schlupfwert SKB ist geringfügig größer als der dritte Soll-Schlupfwert SKB. Die Differenz zwischen drittem und viertem Soll-Schlupfwert SKT, SKB ist viel kleiner als diejenige zwischen dem ersten und dem zweiten Soll-Schlupfwert STA, STB.

Dann bestimmt die Traktionssteuereinheit UTR im Schritt 172, ob das Fahrzeug festsitzt, und zwar so, wie es oben in Verbindung mit dem ersten Ausführungsbeispiel erläutert wurde, und wenn das Fahrzeug festsitzt, wird die Traktionssteuereinheit UTR das Stillstands-Flag STUKF auf "1", ansonsten auf "0". Dann berechnet die Traktionssteuereinheit UTR den Schlupfwert der Antriebsräder in bezug auf die Fahrbahnfläche SP, den Schlupfwert des linken Antriebsrades in bezug auf die Fahrbahnfläche SPL, und den Schlupfwert des rechten Antriebsrades in bezug auf die Fahrbahnoberfläche SPR (Schritt 173). Bei dieser speziellen Ausführungsform wird der Schlupfwert der Antriebsräder SP, als Differenz zwischen dem Mittelwert der Radlaufgeschwindigkeiten des linken und des rechten angetriebenen Rades, WFN, und den höheren Wert von den Radlaufgeschwindigkeiten des linken und des rechten Antriebsrades VWD, berechnet. Der Schlupfwert des linken Antriebsrades, SPL, wird berechnet als Differenz zwischen dem Mittelwert der Radlaufgeschwindigkeiten des linken und des rechten angetriebenen Rades, WFN, und der Antriebsradgeschwindigkeit des linken Rades, VWDL. Der Schlupfwert des rechten Antriebsrades, SPR, wird berechnet als Differenz zwischen dem Mittelwert der Radlaufgeschwindigkeiten des linken und des rechten angetriebenen Rades, WFN, und der Radlaufgeschwindigkeit des rechten Antriebsrades, VWDR.

Anschließend stellt im Schritt 174 die Traktionssteuereinheit UTR fest, ob die Öffnung MH der Hauptdrosselklappe 43 den Wert "0" hat, d. h., ob die Hauptdrosselklappe 43 vollständig geschlossen ist. Ist der Wert der Öffnung MH "0", bestimmt die Traktionssteuereinheit UTR im Schritt 175, ob das Traktionssteuer-Flag Fs den Wert "0" hat. Hat es nicht den Wert "0", kehrt die Traktionssteuereinheit UTR zum Schritt 170 zurück, nachdem sie das Flag Fs im Schritt 176 auf "1" eingestellt hat, ansonsten kehrt sie direkt zum Schritt 170 zurück.

Wenn andererseits im Schritt 174 festgestellt wurde, daß die Öffnung MH der Hauptdrosselklappe 43 nicht "0" ist, geht die Traktionssteuereinheit UTR zum Schritt 177 und bestimmt, ob das Traktionssteuer-Flag Fs den Wert "1" hat. Ist der Wert nicht "1", so bestimmt die Traktionssteuereinheit UTR im Schritt 178, ob das Stillstands-Flag STUKF den Wert "1" hat. Hat es nicht den Wert "1", bestimmt die Traktionssteuereinheit UTR, ob der Schlupfwert der Antriebsräder, SP, der im Schritt 173 berechnet wurde, nicht kleiner ist als der im Schritt 171 eingestellte erste Soll-Schlupfwert STR. Stellt sich heraus, daß ersterer kleiner als letzterer ist, geht die Traktionssteuereinheit UTR zum Schritt 170 zurück. Stellt sich andererseits heraus, daß ersterer nicht kleiner als letzterer ist, so geht die Traktionssteuereinheit UTR zum Schritt 180.

Wenn im Schritt 178 festgestellt wird, daß das Stillstands-Flag STUKF den Wert "1" hat, stellt die Traktionssteuereinheit UTR fest, ob der im Schritt 173 berechnete Schlupfwert der Antriebsräder, SP, nicht kleiner ist als der dritte Soll-Schlupfwert SKT, der im Schritt 171 eingestellt wurde. Stellt sich heraus, daß ersterer kleiner als letzterer ist, geht die Traktionssteuereinheit UTR zum Schritt 170 zurück, stellt sich heraus, daß ersterer nicht kleiner als letzterer ist, geht die Traktionssteuereinheit UTR zum Schritt 180.

Im Schritt 180 stellt die Traktionssteuereinheit UTR das Flag Fs auf "1" ein. Anschließend berechnet sie im

Schritt 182 eine manipulierte Variable TC für den Drosselklappenaktuator 44. Das heißt: Die Traktionssteuereinheit UTR ermittelt die Beschleunigung des Antriebsrades ACD auf der Grundlage der Antriebsradgeschwindigkeit VWD und einer Differenz DWS aus der Antriebsradgeschwindigkeit VWD und der Soll-Antriebsradgeschwindigkeit VST, die dem ersten Soll-Schlupfwert STA entspricht. Dann bestimmt die Traktionssteuereinheit UTR die manipulierte Variable TC für den Drosselklappenaktuator 44 auf der Grundlage der Beschleunigung des Antriebsrades ACR und der Differenz DWS unter Bezugnahme auf eine Datentabelle, in welcher die Variable TC für den Drosselklappenaktuator 44 in Beziehung gesetzt ist zu der Beschleunigung des Antriebsrades ACD und der Differenz DWS.

Dann bildet die Traktionssteuereinheit UTR im Schritt 183 ein Drosselklappenaktuator-Treibersignal Ct entsprechend der Variablen TC und gibt das Signal an den Drosselklappenaktuator 44. Anschließend bestimmt die Traktionssteuereinheit UTR, ob das Stillstands-Flag STUKF den Wert "1" hat (Schritt 184). Hat es nicht den Wert "1", so bestimmt die Traktionssteuereinheit UTR im Schritt 185, ob der Schlupfwert des linken Antriebsrades SPL nicht kleiner ist als der zweite Soll-Schlupfwert STB, und ob der Schlupfwert des rechten Antriebsrades SPR nicht kleiner ist als der zweite Soll-Schlupfwert STB. Stellt sich heraus, daß SPL und SPR beide kleiner sind als der zweite Soll-Schlupfwert STB, so kehrt die Traktionssteuereinheit UTR zum Schritt 170 zurück, stellt sich aber heraus, daß mindestens einer der Werte SPL und SPR nicht kleiner ist als der zweite Soll-Schlupfwert STB, so geht die Traktionssteuereinheit UTR zum Schritt 186.

Wird andererseits im Schritt 184 ermittelt, daß das Flag STUKF den Wert "1" hat, so bestimmt die Traktionssteuereinheit UTR im Schritt 187, ob der Schlupfwert des linken Antriebsrades SPL nicht kleiner ist als der vierte Soll-Schlupfwert SKB, und ob der Schlupfwert des rechten Antriebsrades SPR nicht kleiner ist als der vierte Soll-Schlupfwert SKB. Stellt sich heraus, daß SPL und SPR beide kleiner sind als der vierte Soll-Schlupfwert SKB, so kehrt die Traktionssteuereinheit UTR zum Schritt 170 zurück. Stellt sich heraus, daß mindestens einer der Werte SPL und SPR nicht kleiner ist als der vierte Soll-Schlupfwert SKB, so geht die Traktionssteuereinheit UTR zum Schritt 186.

Im Schritt 186 berechnet die Traktionssteuereinheit UTR manipulierte Variable BCL und BCR für die Bremssteuerung des linken und des rechten Antriebsrades. Das heißt, die Traktionssteuereinheit UTR ermittelt die Beschleunigung des linken Antriebsrades ACL auf der Grundlage der Antriebsradgeschwindigkeit des linken Rades VWDL und einer Differenz DNL der Antriebsradgeschwindigkeit des linken Rades, VWDL und einer Soll-Geschwindigkeit für das linke Antriebsrad, NTD. Dann ermittelt die Traktionssteuereinheit UTR die manipulierte Variable WCL auf der Grundlage der Beschleunigung ACL und der Differenz DNL unter Bezugnahme auf eine Datentabelle, die welche die Variable WCL in Beziehung gesetzt ist zu der Beschleunigung ACL und der Differenz DNL. Die Traktionssteuereinheit UTR berechnet den Wert BCR in der gleichen Weise.

Dann bildet im Schritt 188 die Traktionssteuereinheit UTR Ventiltreibersignale Ca und Cb entsprechend der Variablen BCL und gibt die Signale an die Ventile 6A und 36B. Außerdem bildet die Traktionssteuereinheit UTR Ventiltreibersignale Cc und Cd entsprechend der Variablen BCR und gibt die Signale an die Ventile 27a und 37b.

Patentansprüche

1. Traktionssteuereinrichtung für ein Fahrzeug, welches einen Motor und ein Antriebsrad, das von der Ausgangsleistung des Motors angetrieben wird, aufweist, mit einer Motorleistungs-Änderungseinrichtung, welche den Motor veranlaßt, die Ausgangsleistung des Motors zu erhöhen und zu reduzieren, um auf diese Weise das Antriebsmoment des Antriebsrades zu steuern, einer Schlupfdektoreinrichtung, welche den Schlupfwert des Antriebsrades erfaßt, und einer Steuereinrichtung, welche die Motorleistungs-Änderungseinrichtung veranlaßt, die Ausgangsleistung des Motors derart zu ändern, daß der Schlupfwert des Antriebsrades gegen einen ersten Soll-Schlupfwert konvergiert, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung eine Stillstands-Detektoreinrichtung aufweist, die feststellt, daß das Fahrzeug festsetzt, und daß die Steuereinrichtung die Motorleistungs-Änderungseinrichtung derart steuert, daß die Ausgangsleistung des Motors mit einer niedrigeren Geschwindigkeit erhöht und reduziert wird, wenn die Stillstands-Detektoreinrichtung feststellt, daß das Fahrzeug festsetzt.
2. Traktionssteuereinrichtung nach Anspruch 1, bei der die Motorleistungs-Änderungseinrichtung eine Nebendrosselklappe (45), die im Ansaugkanal des Motors in Reihe zu einer mit einem Gaspedal gekoppelten Hauptdrosselklappe (43) vorgesehen ist, zur Reduzierung und Erhöhung der Ausgangsleistung des Motors schließt und öffnet, und daß die Motorleistungs-Änderungseinrichtung die Nebendrosselklappe (45) mit einer niedrigeren Geschwindigkeit schließt und öffnet, wenn die Stillstands-Detektoreinrichtung feststellt, daß das Fahrzeug festsetzt.
3. Traktionssteuereinrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Bremsvorrichtung eine Bremskraft auf das Antriebsrad aufbringt und das Antriebsmoment des Antriebsrades steuert, wobei die Steuereinrichtung die Bremsvorrichtung veranlaßt, die Bremskraft derart zu steuern, daß der Schlupfwert des Antriebsrades gegen einen zweiten Soll-Schlupfwert konvergiert, der größer ist als der erste Soll-Schlupfwert.
4. Traktionssteuereinrichtung nach Anspruch 3, bei der die Steuereinrichtung den ersten Soll-Schlupfwert erhöht und den zweiten Soll-Schlupfwert verringert, wenn die Stillstands-Detektoreinrichtung feststellt, daß das Fahrzeug festsetzt.
5. Einrichtung nach Anspruch 3 und 4, bei der die Steuereinrichtung die Bremsvorrichtung veranlaßt, die Bremskraft abwechselnd zu erhöhen und zu verringern, wenn die Stillstands-Detektoreinrichtung feststellt, daß das Fahrzeug festsetzt.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, bei der die Bremsvorrichtung die Bremskraft derart steuert, daß der Schlupfwert des Antriebsrades gegen den zweiten Soll-Schlupfwert konvergiert, und zwar durch die Kom-

bination einer Proportionalregelung und einer Differentialregelung, wenn die Stillstands-Detektoreinrichtung nicht feststellt, daß das Fahrzeug festsetzt, und durch lediglich die Proportionalregelung, wenn die Stillstands-Detektoreinrichtung feststellt, daß das Fahrzeug festsetzt.

7. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Motorleistungs-Änderungseinrichtung außerdem eine Zündzeitpunkt-Änderungseinrichtung enthält und die Ausgangsleistung des Motors durch Steuerung der Nebendrosselklappe in Kombination mit der Steuerung des Zündzeitpunkts steuert, und die Motorleistungs-Änderungseinrichtung die Steuerung des Zündzeitpunkts unterbricht, wenn die Stillstands-Detektoreinrichtung feststellt, daß das Fahrzeug festsetzt.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

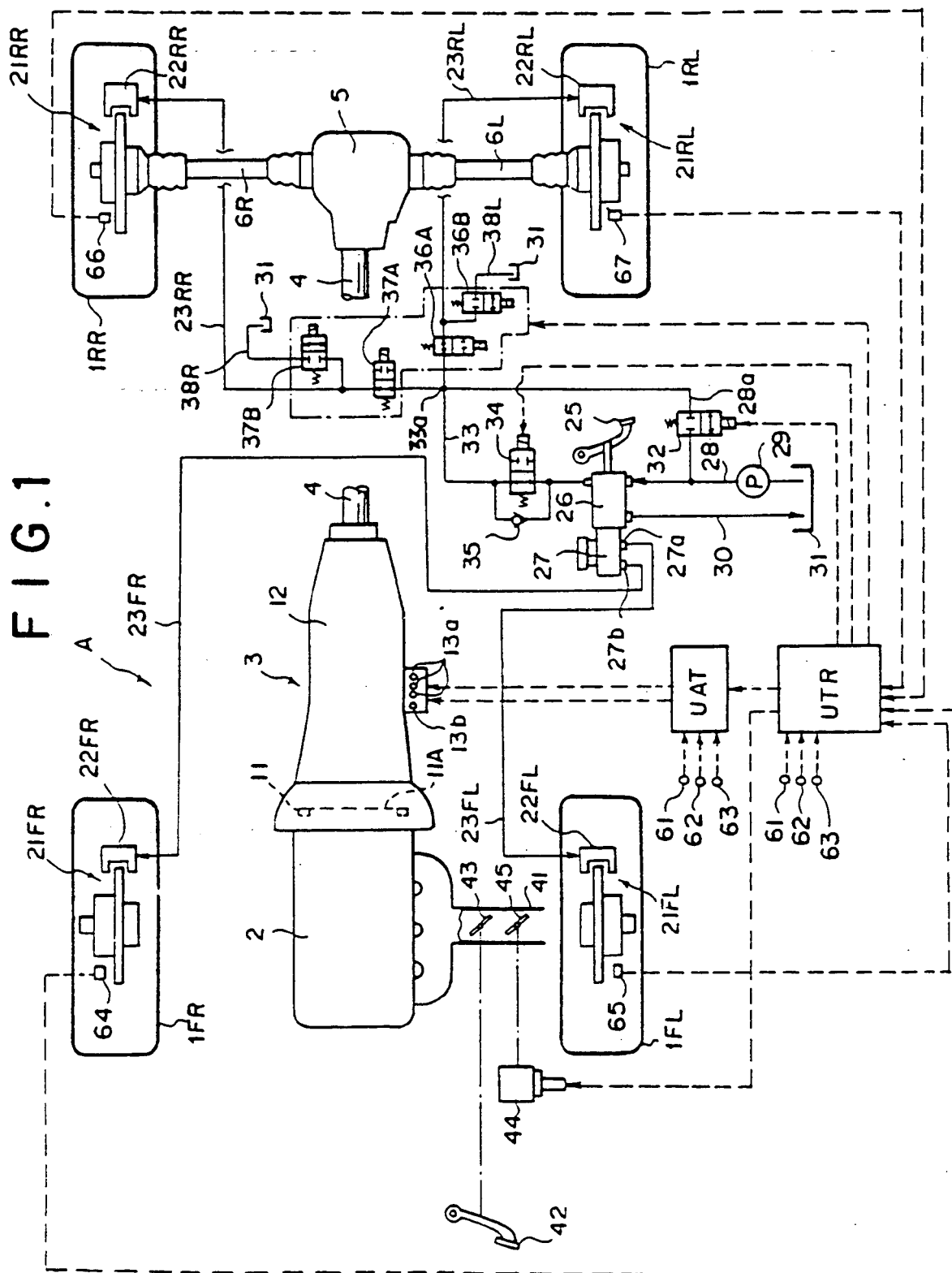


FIG. 2

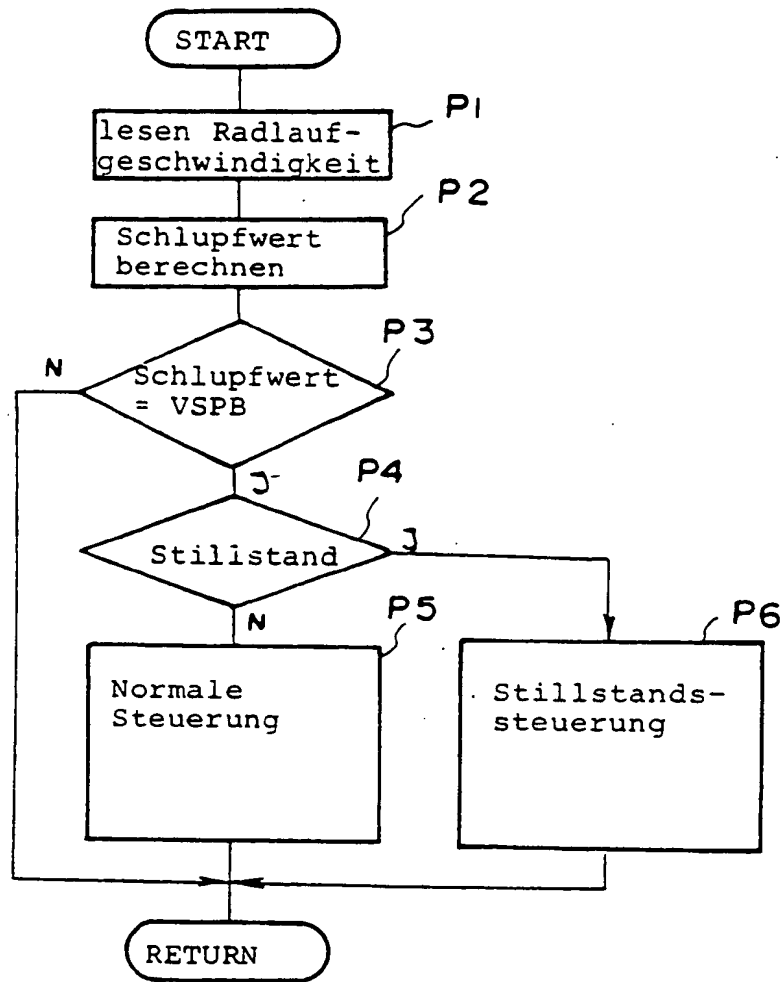


FIG. 3

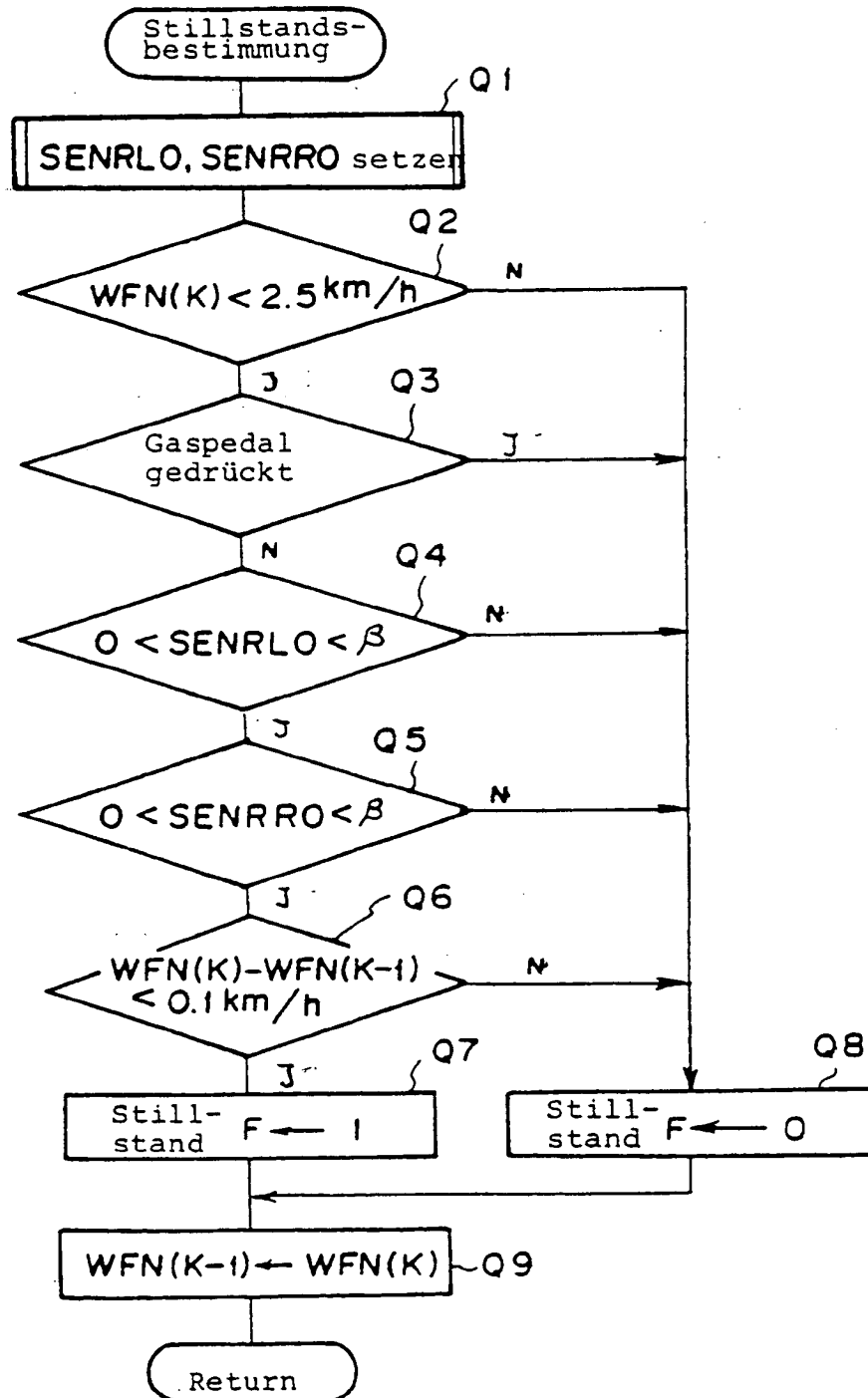


FIG. 4

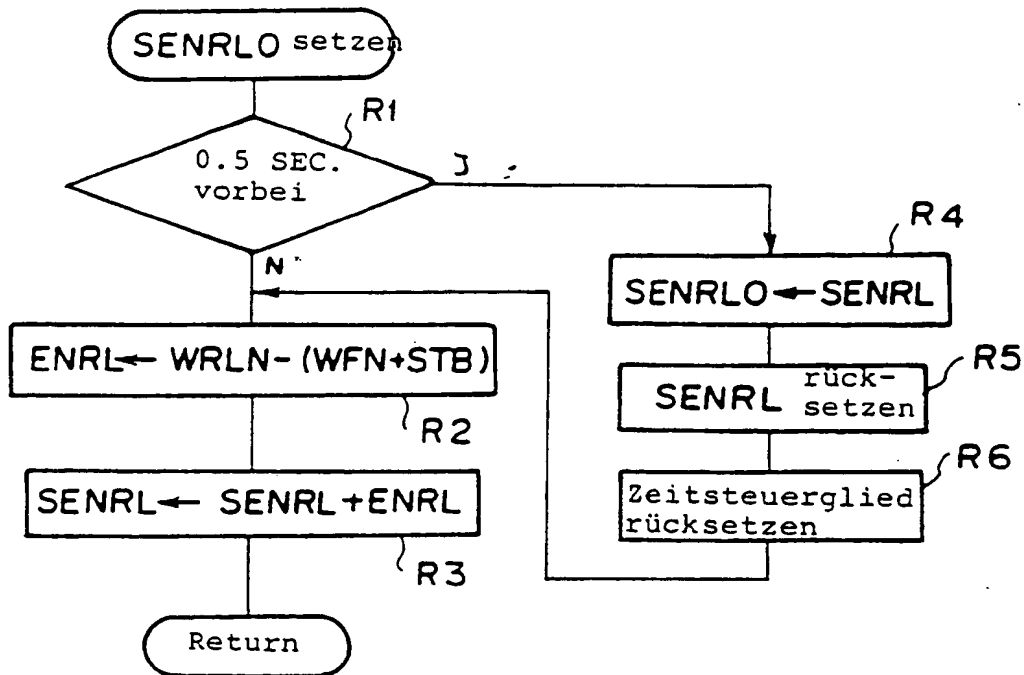


FIG. 5

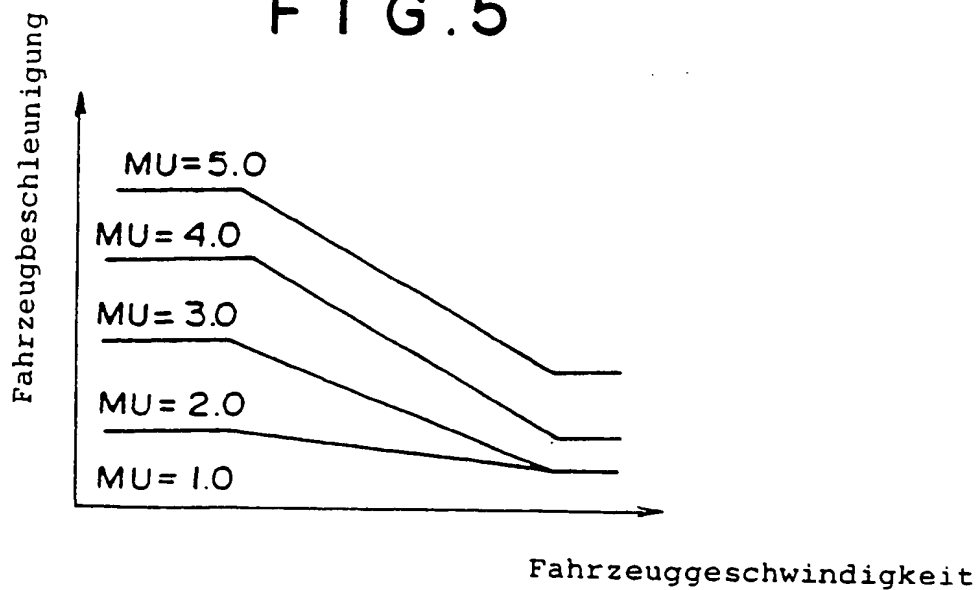


FIG. 6

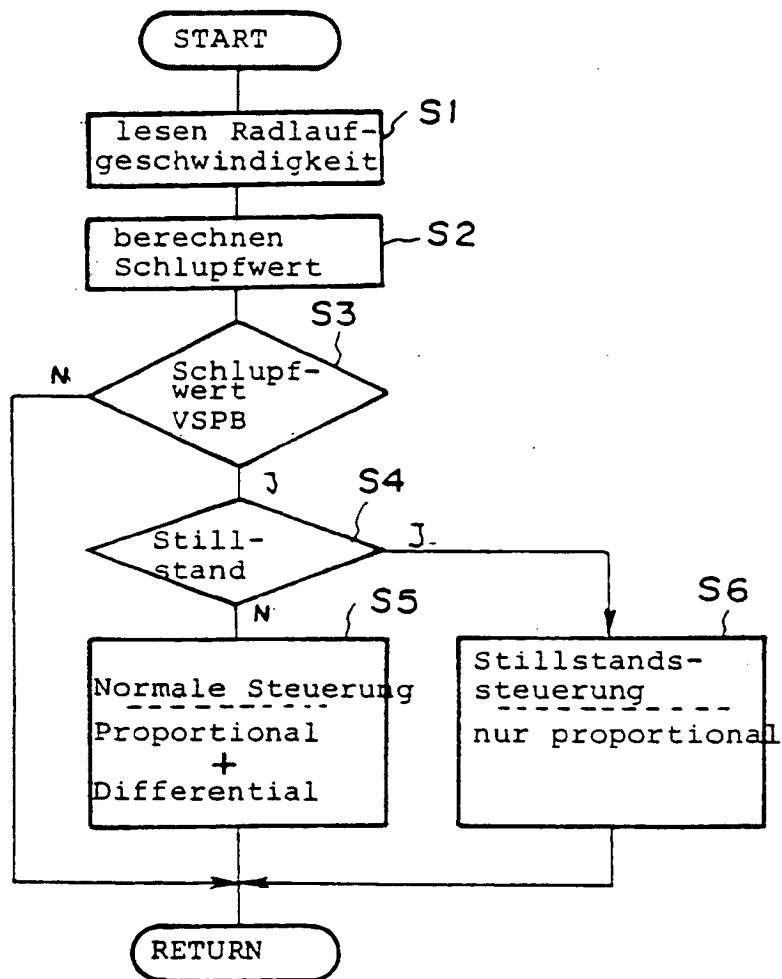


FIG. 7

